



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift

DE 43 25 946 A 1

(51) Int. Cl. 6:
B 66 C 13/06

(3)

(21) Aktenzeichen: P 43 25 946.4
(22) Anmeldestag: 2. 8. 93
(23) Offenlegungstag: 9. 2. 95

DE 43 25 946 A 1

(71) Anmelder:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

(74) Vertreter:

Tegel-Küppers, L., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 82024 Taufkirchen

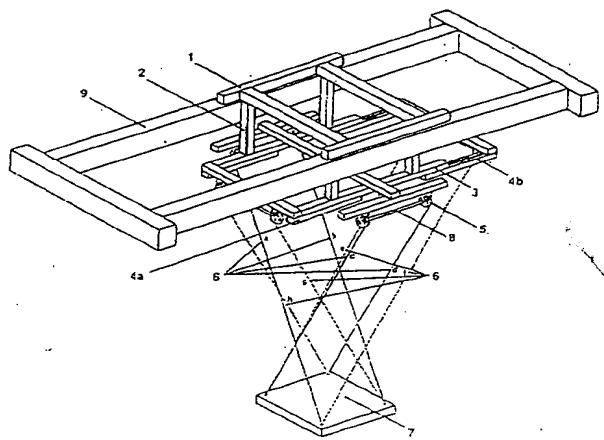
(72) Erfinder:

Kleinschmittger, Andreas, Dipl.-Ing., 45964 Gladbeck, DE; Bender, Wolfgang, Dipl.-Ing., 44227 Dortmund, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Dämpfungs- und Positioniereinrichtung zur aktiven Dämpfung der Pendelung von an Kranen aufgehängten Lasten

(57) Es wird eine Dämpfungs- und Positioniereinrichtung zur aktiven Dämpfung der Pendelung von an Kranen aufgehängten Lasten, mit zwischen dem Kran und der Last verlaufenden Führungsseilen zur Dämpfung der Pendelbewegung der Last, beschrieben. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, daß für jede Pendelschwingungsebene mindestens zwei Führungsseile (6a, 6h) vorgesehen sind und daß an dem Kran Führungsseiltrommeln (5) an einem an diesem abgehängten Gestell (3, 14) angeordnet sind. Die Führungsseile (6a, 6h) sind mit einer Zugkraft belastet, die stets gegen die Pendelung der Last wirkt. Die Zugkraft wird über ein Antriebsaggregat erzeugt, dessen Antriebskraft unabhängig von der Führungsseiltrommendrehzahl geregelt ist. Die Länge der Führungsseile (6a, 6h) ist unabhängig voneinander und während des Kranbetriebes veränderbar.



DE 43 25 946 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Positionier- und Dämpfungseinrichtung zur Dämpfung der Pendelbewegung von Lasten, die an Kranen aufgehängt sind, gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruches.

Aus der AS 12 37 283 ist eine Vorrichtung zur Verhinderung von Schwingungsbewegungen eines Halterungsteiles für eine Last, das mittels Hubseilen an einem Kran aufgehängt ist, bekannt. Bei dieser Vorrichtung sind neben den Tragseilen von Seiltrommeln ablaufende Führungsseile vorgesehen. Die Seiltrommeln weisen Aufwickelfedern und Reibbremsen auf. Die Federn gewährleisten das Aufwickeln der Führungsseile beim Heben, die Reibbremsen erhöhen die Seilkraft im jeweils während eines Pendelvorganges länger werdenden Seil. Die Reibbremsen werden bei kürzer werdendem Seil durch Freiläufe wirkungslos gemacht. Durch die schräg angestellten Seiltrommeln wird mit vier Seilen eine Dämpfung in beiden Pendelschwingungsebenen erreicht. Nachteilig bei der Konstruktion ist, daß die Reibbremsen keine Veränderung der Kraft im Führungsseil erlauben. Die Folge sind bleibende Pendelauslenkungen.

Daneben ist aus der DE-OS 15 06 534 ein System mit schräg verspannten zusätzlichen Führungsseilen bekannt. Dabei laufen jeweils zwei Seile von Trommeln mit gemeinsamer Achse ab. Die Wellen dieser Trommeln sind über ein Differentialgetriebe und Freiläufe miteinander verbunden. Bei pendelnder Last wird mit Hilfe einer Bandbremse am Steg des Umlaufgetriebes die Pendelwirkung gedämpft. Der Steg wird genau dann aus der Ruhe gebracht, wenn die beiden anderen Wellen aufgrund der Pendelbewegung ungleiche Drehzahlen aufweisen. Bei dieser Lösung ist es nachteilig, daß aufgrund der drehrichtungsabhängigen Einwegkupplungen die Dämpfungskraft über die Bremse nur bei länger werdendem Führungsseil erzeugt werden kann. Während der Hubbewegungen ist die Pendeldämpfung also eingeschränkt.

Es sind weitere Vorrichtungen bekannt, die das Pendeln einer an einem Kran aufgehängten Last vermeiden. Bei diesen Vorrichtungen handelt es sich meistens um feste Seilverspannungen. Diese zeichnen sich jedoch durch einen erheblichen mechanischen Aufwand aus. Sie besitzen zudem meist die Eigenart, daß ein Teil der Seile bei Erreichen bestimmter Horizontalbeschleunigungen schlaff wird.

Dadurch ist die Dynamik beim Anfahren und Bremsen stark eingeschränkt. Gegenüber Windeinflüssen sind diese Seilverspannungen grundsätzlich im Rahmen der durch die Elastizität der Seile vorgegebenen Grenzen resistent. Derartige, mit festen Seilverspannungen arbeitende Einrichtungen sind z. B. aus der DE-OS 19 25 849, der DE-PS 5 58 263 oder der DE-PS 29 17 588 bekannt.

Weitere mechanische Lösungen zur Dämpfung der Pendelbewegung einer an einem Kran aufgehängten Last sind z. B. aus der AS 12 73 155 oder der AS 11 184 053 und der AS 12 07 578 bekannt. Die erstgenannte Schrift beschreibt die Möglichkeit der Pendelkompensation durch ein pendelwinkelabhängiges Ein- und Ausschalten eines Fahrantriebes. Durch das mit der Last pendelnde Tragseil werden Schalter betätigt, die den Fahrmotor ein- bzw. ausschalten. Beim Anfahren wird dadurch bei zu hoher Auslenkung der zunächst zurückbleibenden Last der Motor kurzzeitig ausgeschaltet oder sein Antriebsmoment reduziert. Beim

Bremsen bewirkt die vorschwingende Last ein erneutes Einschalten des Fahrmotors. Die AS 1 184 053 beschreibt ein System, bei dem lediglich der maximale Pendelwinkel reduziert wird. In dem dort beschriebenen System wird durch ein fehlendes Lager im Hubwerk die Gewichtsbelastung durch die anhängende Last erfaßt. Der Federweg wird umgeformt in eine Erhöhung der Andrückkraft einer Reibungskupplung am Fahrmotor, so daß bei geringen Lasten selbsttätig die Beschleunigung des Kranes herabgesetzt wird. Die letztgenannte Schrift, die AS 12 07 578, beschreibt ein pendelwinkelabhängiges Ein- und Ausschalten von Antriebsmotoren. Beim Anfahren wird der Pendelausschlag mit Hilfe einer Pendelwinkelmeßeinrichtung erfaßt und der Fahrer motor in einem bestimmten Moment ausgeschaltet, während die Bremse weiter belüftet wird. Befindet sich die Last bei ihrer anschließenden Schwingung in Fahrrichtung genau lotrecht unter der Katze, wird der Fahrer motor wieder eingeschaltet. Dadurch soll während der Fahrt ein beruhigtes Pendeln entstehen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Einrichtung zur Dämpfung der Pendelung der an einem Kran angehängten Last anzugeben, die die o.g. Nachteile der bekannten Lösungen vermeidet. Darüberhinaus soll die Einrichtung eine Feinpositionierung der Last erlauben.

Diese Aufgabe ist durch die im Hauptanspruch angegebenen Merkmale gelöst. Die Unteransprüche stellen vorteilhafte Weiterbildungen dar.

Der Grundgedanke der Erfindung beruht darauf, daß bei Beschleunigungsvorgängen eines Krans das Pendeln der Last grundsätzlich zugelassen wird und durch zusätzlich am Kran bzw. der Katze angebrachte Führungsorgane gedämpft und die Last unabhängig von der genauen Position des Krans bzw. der Katze relativ zur Übergabeposition genau positioniert wird. Die Einrichtung weist mindestens zwei für jede Pendelschwingungsebene vorgesehene Führungsseile, die jeweils von einer Seiltrommel ablaufen und entweder am Kranhaken oder an einem angebauten Lastaufnahmemittel befestigt sind, auf. Die Führungsseiltrommeln befinden sich an einem am Kran bzw. an der Krankatze abgehängten Gestell. Sie sind permanent mit einer Zugkraft belastet, die stets gegen die Pendelung der Last wirkt und über ein Antriebsaggregat, dessen Abtriebskraft bzw. -moment unabhängig von der Führungsseiltrommeldrehzahl ist, geregelt ist. Die Größe der maximalen Führungsseilkraft bzw. der die Führungsseile belastenden Zugkraft hängt von den geometrischen Verhältnissen am Kran ab, wie: Abstand der Krafterzeuger und Hubhöhe, dem Beschleunigungsverhalten der Kranantriebe sowie der mechanischen Belastbarkeit der Katze und kann somit für jeden Kran individuell festgelegt werden. Die Einrichtung wirkt derart, daß an dem Antriebsaggregat, von dem sich die Last wegbewegt, die Zugkraft in genau definierter Weise vergrößert wird. Im einfachsten Fall wird während dieser Bewegungsphase die maximale Zugkraft eingestellt. Verbesserungen werden durch die Berücksichtigung mehrerer Bewegungsgrößen wie Pendelwinkel, Pendelgeschwindigkeit und -beschleunigung sowie durch einen ruckminimierten Kraftverlauf erreicht. Durch die Erhöhung der Zugkraft in einem der beiden zu einer Schwingungsebene gehörenden Führungsseile wird eine Kraft auf die pendelnde Last über die Führungsseile übertragen, die der Pendelung entgegenwirkt und diese dadurch dämpft. Die Größe der Zugkraft hat neben der momentanen Seillänge der Tragseile und dem horizontalen Abstand der An-

triebsaggregate auf dem Podest unter der Katze einen entscheidenden Einfluß auf die Größe der Dämpfung. Bei einer großen Führungsseilkraft tritt ein geringerer maximaler Pendelwinkel als bei einer kleinen Führungsseilkraft auf. Dementsprechend gibt es nach einer Kran- bzw. Katzbeschleunigung bei einer hohen Zugkraft in den Führungsseilen weniger Pendelausschläge bis zur vollständigen Pendelberuhigung als bei einer kleinen Führungsseilkraft.

Für jede der beiden Pendelschwingungsebenen (Katz- und Brückenfahrtrichtung) sind mindestens zwei Führungsseile notwendig. Selbst geringe Toleranzabweichungen bei der Befestigung der Führungsseile, aber auch exzentrische Lasten würden Drehschwingungen der Last hervorrufen. Es ist von besonderem Vorteil, wenn in einer der beiden Pendelschwingungsebenen insgesamt vier Führungsseile vom Podest unter der Katze zum Lastaufnahmemittel laufen. Dadurch wird wirksam eine Drehung der Last aufgrund der oben erwähnten Kräfte verhindert. Außerdem kann das Reaktionsmoment eines in der Traverie angeordneten Drehwerks durch unterschiedliche Kräfte in den Führungsseilen einer gemeinsamen Seiltrommel abgestützt werden. Bei erhöhten Anforderungen an die Drehlagenstabilisierung kann für die andere Pendelschwingungsebene ebenfalls ein zweisträngiger Seiltrieb mit insgesamt vier auf zwei Trommeln aufliegenden Seilen verwendet werden. Dies entspricht bei gleichen Steuerkräften einer Verdoppelung des zulässigen äußeren Drehmomentes. Ein besonderer Vorteil der Erfindung liegt hierbei darin, daß diese optimal angepaßte Einstellung sowohl zur Verhinderung der Drehung der Last als auch zur Dämpfung der Schwingung der Last bzw. zur Feinpositionierung der Last gegenüber einer Übergabeposition auch während des Betriebes des Kranes erfolgen kann. Die Vorgaben müssen also nicht zu Beginn der Bewegung erfolgen, sie können bedarfsgerecht während des Betriebes des Kranes eingestellt werden. Zum Beispiel wird bei den Drehvorgängen während der eigentlichen Drehung nur die minimale Steuerkraft in den beiden doppelsträngigen Führungsseiltrieben erhöht. Da Drehvorgänge oft in die Hubzeit bzw. in die Zeit der konstanten Fahrtgeschwindigkeit gelegt werden können, kann eine Verschlechterung der Pendeldämpfung dadurch vermieden werden. Grundsätzlich bleibt stets eine minimale Zugkraft eingestellt, so daß bei der Aufwärtsbewegung des Kranhubwerkes Schlaffseil in den Führungsseilen verhindert wird, die Führungsseile also aufgewickelt werden.

In jeder der Führungsseiltrommeln ist zur Messung der Länge des Führungsseils z. B. ein Drehwinkelgeber angebracht. Durch den Vergleich der Drehwinkel zweier Trommeln, deren Führungsseile in einer Schwingungsebene liegen, läßt sich der Pendelwinkel der Last relativ zur Vertikalen erfassen. Sind diese Drehwinkel konstant gleich, so hängt die Last ohne Pendelung unter dem Hubwerk. Dies gilt unabhängig davon, ob das Hubwerk in Ruhestellung oder eingeschaltet ist. Mit Hilfe beider Seillängen kann auch die momentane Hubhöhe berechnet werden. Sind die Drehwinkel der Führungsseiltrommeln einer Schwingungsebene ungleich, so liegt eine Pendelauslenkung vor und die Zugkraft in den Führungsseilen wird geeignet eingestellt.

Zur Steuerung der Zugkraft ist es nach Anspruch 5 möglich, diese auf einen berechenbaren Wert einzustellen und sie während einer Halbschwingung konstant zu halten. Auf diese Art und Weise bleibt die Last genau in rechte unter der Katze stehen, wenn beim Erreichen

dieser Stellung die Zugkraft sofort auf den Minimalwert reduziert wird, der im anderen Führungsseil eingestellt ist. Die Berechnung der für diese Steuerungsart notwendigen Zugkräfte in den Führungsseilen erfolgt stets mit den momentanen Werten für die die Schwingung beeinflussenden Parameter. Diese Parameter sind im wesentlichen die Länge der Tragseile, der Pendelwinkel zu Beginn der Halbschwingung und der Verspannwinkel der Führungsseile. In diesem Fall ist es notwendig, daß die tatsächliche Zugkraft sehr genau mit dem errechneten Sollwert übereinstimmt.

Nach Anspruch 6 ist es vorteilhaft, wenn auf die hohe Genauigkeit bei der Einstellung der Führungsseilkraft verzichtet wird. Dabei können außerdem zur Rückminimierung relativ langsame Führungsseilkraftänderungen eingesetzt werden und, in Abhängigkeit von Pendelwinkel und Pendelgeschwindigkeit, die Seilkraft bis zum Erreichen der Sollposition der Last kontinuierlich nachgeregelt werden. Ungenauigkeiten in der Seilkrafeinstellung werden durch die Regelung selbst ausgeglichen und führen grundsätzlich nicht zu einer Restpendelung oder merkbarer Verlängerung der Dämpfungszeit.

Von besonderem Vorteil ist, daß die erfinderische Einrichtung außer zur Pendeldämpfung auch zur Feinpositionierung des Lastaufnahmemittels relativ zu einer raumfesten Übergabeposition, wie z. B. einer Maschine oder einem Übergabeplatz genutzt werden kann.

Im Bereich des Zielortes wird die Steuerung der Führungsseilkräfte in Abhängigkeit von der Wegdifferenz zwischen der Soll- und Istposition des Lastaufnahmemittels durchgeführt. Die Erfassung der Wegdifferenz erfolgt beispielsweise durch einen Geber am Lastaufnahmemittel, einen Geber am Übergabeplatz oder durch eine Bildsensorik. Der Abweichung vom Sollwert entsprechend werden dann die betreffenden Führungsseile so verkürzt bzw. verlängert, daß die Istposition dem Sollwert so nahe kommt, wie es die Auflösung der eingesetzten Meßsysteme (Weg- bzw. Drehgeber) erlauben. Die Katz- bzw. Brückenantriebe des Kranes werden daher zur Feinpositionierung nicht benutzt. Die Last hängt nach einem solchen Vorgang der absoluten Feinpositionierung nicht mehr vertikal zur Krankatze. Durch die unterschiedlichen Kräfte der aktivierten Führungsseile wird die Last im stabilen Gleichgewicht gehalten. Im Bereich des Zielortes wird die Steuerung durch ein durch einen Geber am Lastaufnahmemittel, einen Geber am Übergabeplatz oder durch eine Bildsensorik erzeugtes Signal über die Wegdifferenz zwischen Lastaufnahmemittel-Istposition und Lastaufnahmemittel-Sollposition durchgeführt.

Um hohe Positionergenauigkeit einerseits und hohe Dämpfung andererseits zu erreichen, sollte der Abstand zwischen den Antriebsaggregaten für die Führungsseile groß sein. Dadurch können bei kleinen Steuerkräften kurze Dämpfungszeiten und eine hohe Positioniergenauigkeit erreicht werden. Es ist vorgesehen, daß, falls der Platz direkt unter der Krankatze nicht ausreicht, das Traggestell mit den Führungsseiltrommeln unterhalb der Brückenträger anzuordnen. Von besonderem Vorteil ist es, wenn der Abstand der beiden Führungsseiltrommeln zueinander einstellbar ist. Somit ist es dann möglich, eine Anfahrmaßreduzierung zu vermeiden. Die Pendeldämpfung wird durch das einseitige Einfahren des Verstellrahmens nicht negativ beeinflußt, daß bei der Anfahrt an einen Hallenrand vorwiegend das in Fahrtrichtung hinten liegende Führungsseil zur Dämpfung benötigt wird und dessen Seiltrommel sich in hinterster Stellung befindet. Die asymmetrische Betriebs-

stellung des Gestells ist bei Fig. 1 skizziert.

Die Führungsseiltrommeln der anderen Schwingungsebene können ebenfalls auf Verstellrahmen angeordnet werden, um auch deren Verspannwinkel den Erfordernissen anpassen zu können.

Eine weitere Konzeptvariante liegt darin, die zur Pendeldämpfung erforderlichen Horizontalkräfte nicht durch zusätzliche Führungsseile zu erzeugen, sondern auf der Höhe des untergebauten Podestes die Tragseile des Hubwerks direkt aus zulassen. Dies kann durch Linearantriebe beliebiger Bauart erfolgen. Die Kraftübertragung kann z. B. mittels Rollen erfolgen, um die Vertikalbewegungen des Seiltriebs bei eingeschaltetem Hubwerk von der horizontalen Krafteinleitung zur Pendeldämpfung zu entkoppeln.

Die Erzeugung der Horizontalkraft geschieht dabei über 2 um 90° versetzte Rollenpaare, die auf Linearführungen gelagert sind und mittels beliebiger Krafterzeuger horizontal bewegt werden können.

Der horizontale Abstand zwischen jeweils 2 Rollen entspricht dem Durchmesser des Tragseils, so daß dem Verschiebeweg der Rollen ein gleichgroßer Verschiebeweg des Tragseils entspricht.

Die Beaufschlagung des Tragseils mit einer Horizontalkraft erfolgt nach den gleichen Gesetzmäßigkeiten wie die Einstellung der Zugkräfte in den schrägen Führungsseilen der weiter oben beschriebenen Einrichtung. Dementsprechend wird die Horizontalkraft stets so eingestellt, daß ihre Wirkrichtung gegen die Richtung der Pendelwinkelgeschwindigkeit gerichtet ist.

Der Aufbau des Pendelwinkels aus der Ruhelage heraus entspricht einer Bewegung der entsprechenden Verschiebeplatte, deren Antrieb sodann eine Kraft aufbaut, die dieser Verschiebung entgegenwirkt.

Die direkte Erfassung des Pendelwinkels ist nicht erforderlich, da die Verschiebeplatten, die die Rollenanordnung tragen, mit einer Meßeinrichtung für den linearen Verschiebeweg ausgerüstet werden.

Im Unterschied zur Schrägselanordnung sind bei dieser Variante keine konstruktiven Änderungen bzw. Ergänzungen am Lastaufnahmemittel bzw. an einer Traverse notwendig.

Genauso wie bei der Einrichtung mit schrägen Führungsseilen kann auch bei der Variante der Tragseilverchiebung beim Stillstand der Fahrantriebe des Krans eine Positionskorrektur als Feinpositionierung durchgeführt werden. Es entsteht dabei eine bleibende Tragseilverchiebung bzw. eine statische Horizontalkraft, die das Tragseil in einer festen Horizontalauslenkung hält.

Während der Fahrt gilt es, den Pendelwinkel Null zu erzeugen. Dies geschieht durch die Horizontalkräfte, bis keine Veränderung der Rollenposition mehr erfolgt und gleichzeitig die Horizontalkraft verschwindet. Die Positionskorrektur erfolgt derart, daß die jeweilige Position der Verschiebeplatte genau um die Größe des zugehörigen anfänglichen Positionsfehlers verschoben wird und sich die Horizontalkraft nach Abschluß des Feinpositionierens nicht mehr ändert.

In einer der beiden Schwingungsebenen ist die Endposition der Rollen fest vorgegeben durch die Konstruktionsmaße des Hubwerks und der Katze. Dabei ergibt sich nur ein geringer Stellweg.

In der anderen Ebene bewirkt die Seilwanderung auf der Hubtrommel eine Veränderung der Verschiebeplattenposition. Der Stellweg muß dementsprechend größer sein.

Aus der Kenntnis der stationären, nach der Positionskorrektur wirkenden horizontalen Haltekraft und dem

Verschiebeweg während des Korrekturvorgangs kann direkt die Größe der anhängenden Last berechnet werden.

Mit der erfindungsgemäßen Einrichtung kann nahezu jeder Kran, vorzugsweise in Brücken- oder Portalbauweise nachträglich ausgerüstet werden. Die Möglichkeiten der aktiven, vom Kran bzw. der Katze entkoppelten Feinpositionierung des Lastaufnahmemittels oder auch einer stabilen Lastaufnahme von in definierten Grenzen exzentrischen Lasten ohne jegliche Horizontalbewegung aufgrund von Seilelastizitäten ist ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Einrichtung.

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung der Positionier- und Dämpfungseinrichtung;

Fig. 2a Draufsicht auf die räumliche Anordnung der Führungsseile;

Fig. 2b Ansicht der Darstellung der Fig. 2a in Brückfahrtrichtung;

Fig. 2c Ansicht der Darstellung der Fig. 2a in Katzfahrtrichtung;

Fig. 3 Seitenansicht einer Variante der Tragseilverchiebung;

Fig. 4 Draufsicht auf die Darstellung der Fig. 3;

Fig. 5 Darstellung der Wirkungsweise der Tragseilverchiebung.

Fig. 1 zeigt eine Übersicht über den konstruktiven Aufbau der Dämpfungs- und Positioniereinrichtung. Die Standardkomponenten eines Brückenkrans, wie z. B. Hubwerk und Tragseile, sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

Die Dämpfungs- und Positioniereinrichtung weist eine verfahrbare Krankatze 1, Anschlußträger 2, ein Traggestell 3 und Verstellrahmen 4a, b auf. Das Traggestell 3 ist mittels der Anschlußträger 2 am Tragwerk der auf der Kranbrücke 9 verfahrbaren Krankatze 1 angehängt. Die zwei linear verschiebbaren Verstellrahmen 4a, b sind an dem Gestell 3 befestigt. Der Verstellrahmen 4a ist eingefahren dargestellt, während der Verstellrahmen 4b in der ausgefahrenen Lage gezeigt ist. Jeder dieser Verstellrahmen 4a, b trägt zwei Führungsseiltrommeln 5, die durch eine Welle 8 mechanisch gekoppelt sind. Auf dem Traggestell 3 befinden sich vier weitere Führungsseiltrommeln 5, die um 90° versetzt angeordnet sind. Die Steuerseile 6, die von miteinander gekoppelten Seiltrommeln 5 jeweils paarweise und parallel ablaufen, werden zu einer Traverse 7 geführt und dort angelenkt. Mit Hilfe der Steuerseile 6a–6d wird die Pendelung bzw. Feinpositionierung der Traverse 7 mit der anhängenden Last in Brückfahrtrichtung beeinflußt, die Steuerseile 6e–6h dienen der Beeinflussung der Pendelung bzw. Feinpositionierung in Katzfahrtrichtung. Die Antriebsmotoren der Seiltrommeln 5 sind zur Vereinfachung nicht dargestellt.

Die Fig. 2a–2c verdeutlichen die räumliche Anordnung der Führungsseile 6. Durch die Wahl verschiedener Seilabstände und durch die Anordnung der Anlenkungspunkte 10 auf der Traverse 7 wird erreicht, daß die Führungsseile 6 sich untereinander nicht berühren.

In den Fig. 3 und 4 ist eine Ausführungsvariante der Tragseilverchiebung dargestellt. Bei dieser Variante wird von einer Krankatze 11, die auf einer Katzschiene 12 der Kranbrücke 13 fährt, mittels der Verbindungsstützen 14 das Gestell 15 abgehängt. Durch die Mitte des Gestells 15 läuft das Hubseil 16 von einer Hubseiltrommel 17 ab. Auf dem Gestell 15 stützt sich eine in Linearführungen 17 gelagerte untere Verschiebeplatte

18 ab. Der untere Verschiebeantrieb 20 dient zu ihrer Linearverstellung. Auf der unteren Verschiebeplatte 19 ist eine obere Verschiebeplatte 21 um 90° verdreht ebenfalls in Linearführungen 18 gelagert. Zu ihrer Verschiebung dient der oberer Verschiebeantrieb 22. Verschieberollen 23 und 24 dienen zur aktiven Verschiebung des Tragseils. Sie sind so eingestellt, daß ihr horizontaler Abstand jeweils dem Tragseildurchmesser entspricht. Somit ruft eine Verschiebung einer bzw. beider Verschiebeplatten 19, 21 eine horizontale Verschiebung des Tragseiles in einer oder beiden Richtungen hervor. Die konstruktive Größe des jeweiligen Verstellweges hängt vom speziellen Anwendungsfall ab. In einer der beiden Richtungen ist jedoch der Verstellweg grundsätzlich größer, da die Hakenwanderung aufgrund der Veränderung des Ablaufpunktes des Tragseils von der Seiltrommel ausgeglichen werden muß.

In Fig. 5 ist die Wirkungsweise der Positionier- und Dämpfungseinrichtung in der Variante der Tragseilver-
schiebung näher dargestellt. Der Pendelwinkel ist mit ϕ , die Pendelwinkelgeschwindigkeit ist mit $\dot{\phi}$ bezeichnet. Auf das Tragseil wird vorzugsweise über eine gemäß Fig. 3, 4 aufgebaute Rollenanordnung unterhalb der Katze bzw. des Hubwerks eine Horizontalkraft aufgebracht. Die Größe der Kraft hängt von der momentanen Größe, Richtung und Änderungsgeschwindigkeit des Pendelwinkels bzw. der Positionsabweichung der Last am Zielpunkt ab. Die Pendelbewegung der Last wird gedämpft, bzw. eine nach Beendigung der Kran- bzw. Katzfahrt noch verbliebene Positionsabweichung der Last ausgeglichen. Dabei kann in einer der beiden Schwingungsrichtungen der Verstellweg vergrößert werden, um die Seilwanderung auf der Hubtrommel ohne die Beeinflussung der Pendeldämpfung zu ermöglichen.

5

10

15

25

30

35

Patentansprüche

1. Dämpfungs- und Positioniereinrichtung zur aktiven Dämpfung der Pendelung von an Kranen aufgehängten Lasten mit zwischen dem Kran bzw. einer Kratkatze und der Last verlaufenden Führungsseilen zur Dämpfung der Pendelbewegung der Last und wobei die Führungsseile von Führungsseiltrommeln ablaufen, dadurch gekennzeichnet, daß für jede Pendelschwingungsebene mindestens zwei Führungsseile (6a—6h) vorgesehen sind und die Führungsseiltrommeln (5) an einem am Kran bzw. an der Kratkatze (1, 10) abgehängten Gestell (3, 14) angeordnet sind und daß die Führungsseile (6a—6h) mit einer Zugkraft belastet sind, die stets gegen die Pendelung der Last wirkt und die über ein Antriebsaggregat erzeugt wird, dessen Abtriebskraft bzw. -moment unabhängig von der Führungsseiltrommendrehzahl geregelt ist und daß die Länge der Führungsseile (6a—6h) unabhängig voneinander und auch während des Betriebes des Kranes veränderbar ist.

40

45

50

55

2. Dämpfungs- und Positioniereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens in einer der beiden Pendelschwingungsebenen vier Führungsseile (6), vom Gestell zum Lastaufnahmemittel verlaufen, wobei jeweils zwei parallel angeordnet sind.

60

3. Dämpfungs- und Positioniereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Führungsseilen (6) vorhandene Zugkraft den Pendelbewegungen der Last angepaßt ist, daß je-

doch die Führungsseile (6) immer mit einer minimalen Zugkraft belastet sind.

4. Dämpfungs- und Positioniereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß an jeder Seiltrommel (5) ein Sensor angeordnet ist zur Erfassung der Seillänge und damit auch des Pendelwinkels und der Pendelwinkelgeschwindigkeit der Last.

5. Dämpfungs- und Positioniereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsseile während derjenigen Schwingungsphase der Last, in der das oder die Führungsseile (6) von der Seiltrommel (5) abgewickelt werden, mit einer konstanten Zugkraft belastet sind.

6. Dämpfungs- und Positioniereinrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsseile (6) zu jedem Zeitpunkt mit der in Abhängigkeit von den aktuellen Bewegungsgrößen der Pendelbewegung eingestellt, und damit variablen, Zugkraft belastet sind.

7. Dämpfungs- und Positioniereinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß Sensoren vorhanden sind, die eine Wegdifferenz zwischen Lastaufnahmemittelsoll- und Lastaufnahmemittel-istposition messen und, daß danach durch die Änderung der Führungsseillängen die Position des Lastaufnahmemittels entsprechend verändert wird.

8. Dämpfungs- und Positioniereinrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die horizontale Position der Führungsseiltrommeln (5) für beide Antriebe einer Schwingungsebene (4a, 4b) unabhängig voneinander einstellbar ist.

9. Einrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestell (3, 4), an dem die Führungsseiltrommeln (5) angeordnet sind, größere Abmessungen als die Kratkatze aufweist.

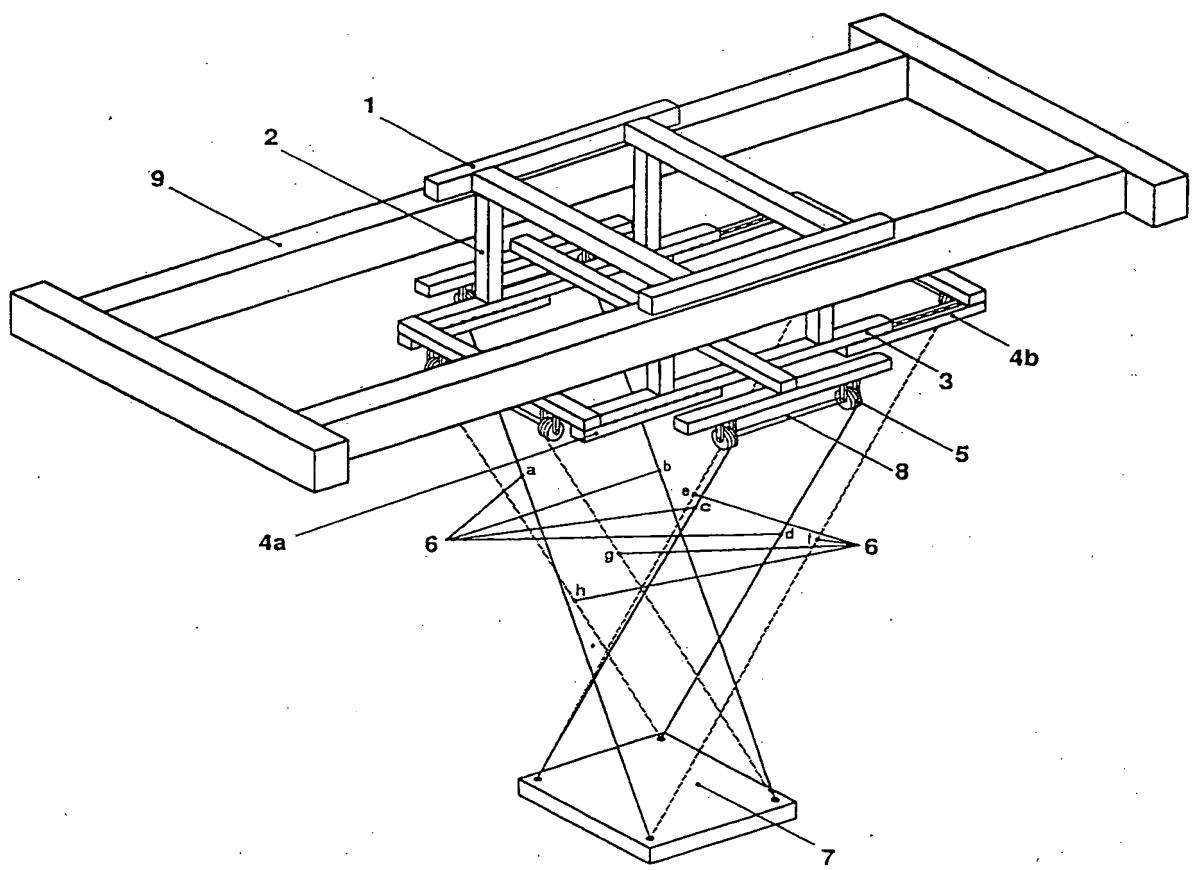


Fig. 1

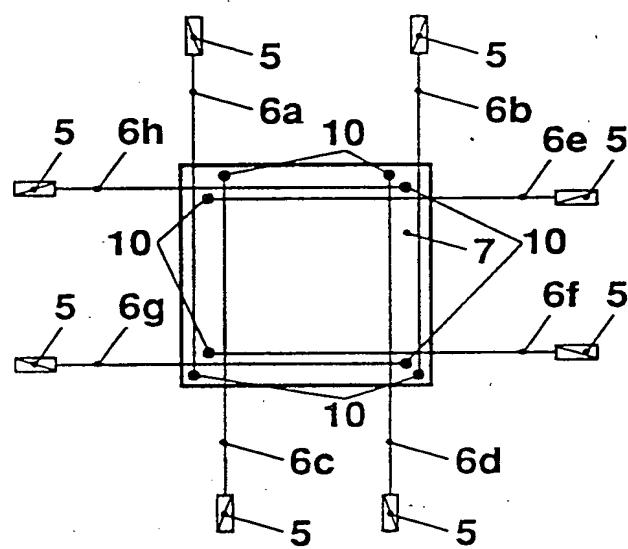


Fig. 2a

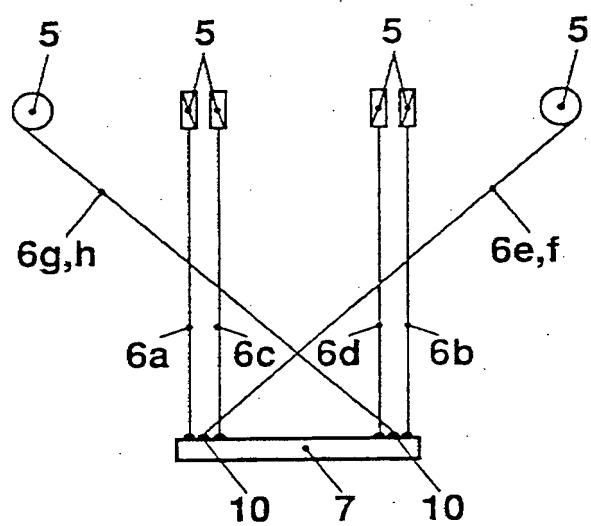


Fig. 2b

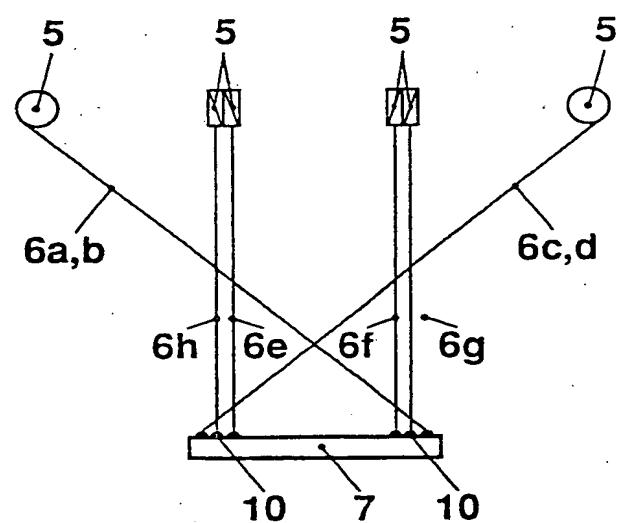


Fig. 2c

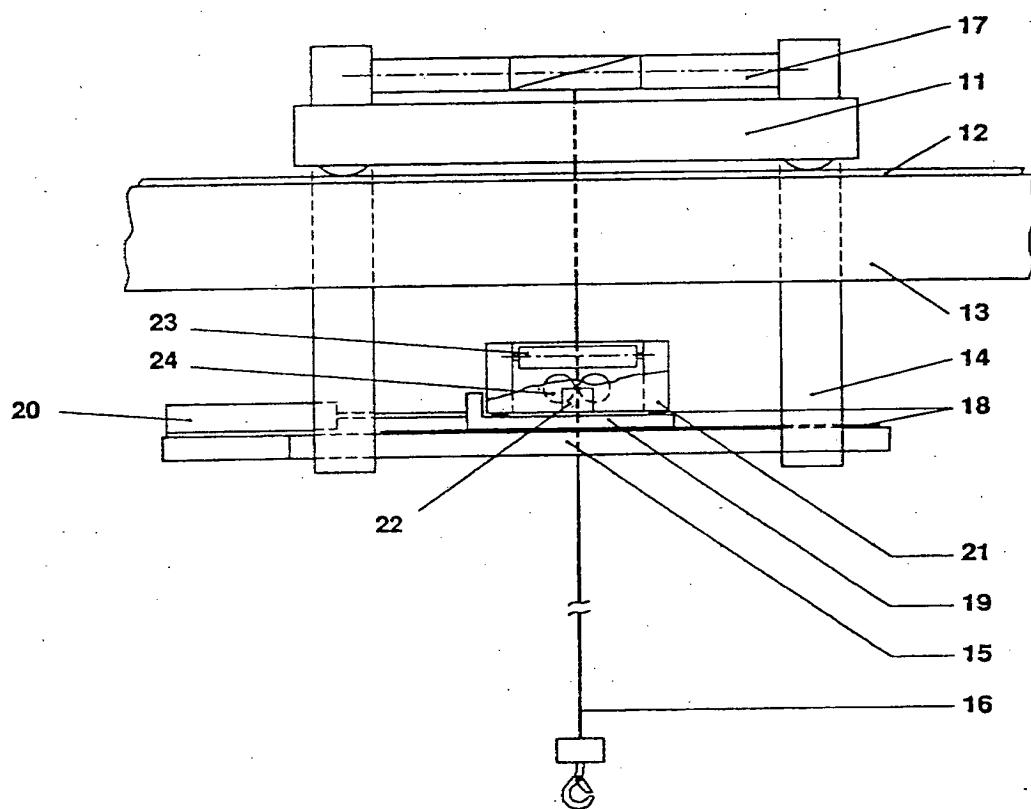


Fig. 3

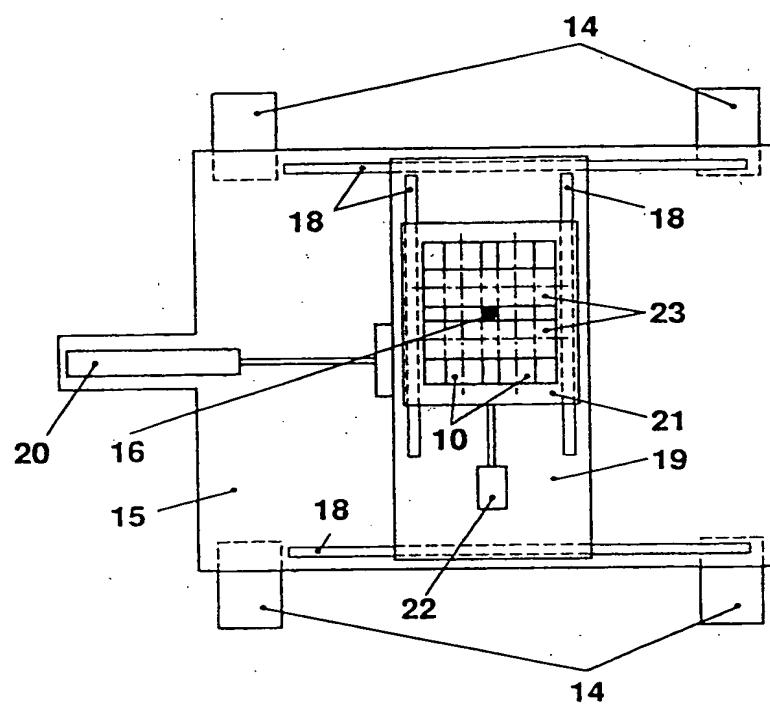


Fig. 4

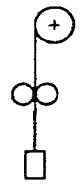
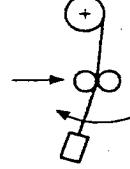
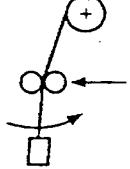
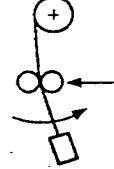
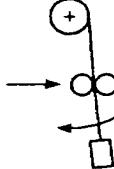
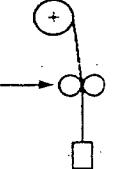
Fahrzustand	Pendellage	Tragseilbeeinflussung
Stillstand	Ruhelage	 $F = 0$ $\phi = 0, \dot{\phi} = 0$
Beschleunigung	Rückpendelung	 $F > 0$ $\phi < 0, \dot{\phi} < 0$
Beschleunigung	Vorpendelung	 $F < 0$ $\phi < 0, \dot{\phi} > 0$
Verzögerung	Vorpendelung	 $F < 0$ $\phi > 0, \dot{\phi} > 0$
Verzögerung	Rückpendelung	 $F > 0$ $\phi > 0, \dot{\phi} > 0$
Stillstand	Positions-korrektur	 $F > 0 \text{ } (F < 0)$ $\phi > 0 \text{ } (\phi < 0), \dot{\phi} = 0$

Fig. 5